

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308380

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2000-118135

(71)Applicant : SEIWA ELECTRIC MFG CO LTD

(22)Date of filing : 19.04.2000

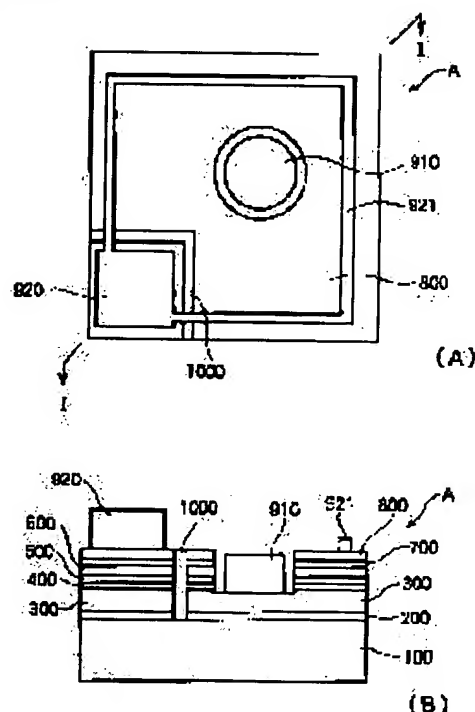
(72)Inventor : YAMAJI TAHEI  
TAKAHASHI NORIO

## (54) GALLIUM NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To modify a conventional gallium nitride semiconductor light-emitting element into a gallium nitride semiconductor light-emitting element having more uniform characteristics, by a method wherein damage which causes the problems of reduction in a luminous intensity and increase in a leakage current to an active layer is lessened, a crack at the time of the film formation of the active layer is prevented from being generated and warpage of the whole wafer (sapphire substrate) is lessened to the utmost.

**SOLUTION:** A gallium nitride semiconductor light-emitting element consists of an active layer 100 and a cap layer 500, which are formed on a sapphire substrate 100 which is an insulating substrate, and has a P-N junction and in this light-emitting element, there is not the P-N junction to contribute to a light emission under the lower parts of a P-type metallic electrode 910 for wire-bonding and an N-type metallic electrode 920 for wire-bonding.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3505643

[Date of registration] 26.12.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-308380

(P2001-308380A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 33/00

識別記号

F I

H01L 33/00

ターム(参考)

C 5 F 0 4 1

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-118135 (P2000-118135)

(22) 出願日 平成12年4月19日 (2000.4.19)

(71) 出願人 000195029

星和電機株式会社

京都府城陽市寺田新池36番地

(72) 発明者 山路 太平

京都府城陽市寺田新池36番地 星和電機株式会社内

(72) 発明者 高橋 典生

京都府城陽市寺田新池36番地 星和電機株式会社内

(74) 代理人 100085936

弁理士 大西 孝治 (外1名)

Fターム(参考) 5F041 A603 A644 C601 C605 C634

C640 C646 C665 C674 C688

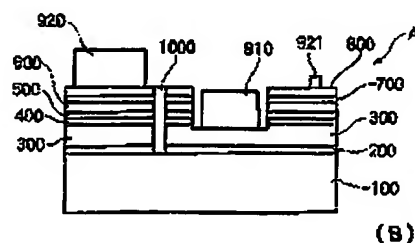
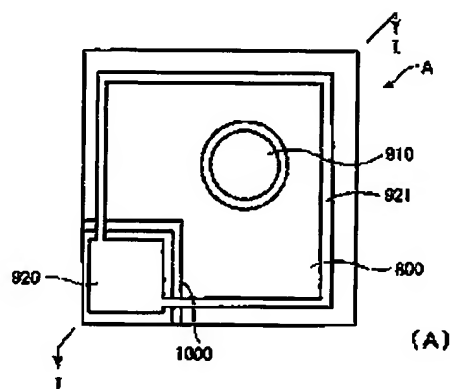
C693

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系半導体発光素子

## (57) 【要約】

【目的】 発光強度の低下やリーク電流の増大という問題を引き起こす活性層へのダメージが少なく、活性層の成長時のクラックを防止し、ウエハ(サファイア基板)全体の反りな傾力少なくすることで、より均一な特性の窒化ガリウム系半導体発光素子とする。

【構成】 絶縁基板であるサファイア基板100上に形成された活性層400とキャップ層500とからなるP-N接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子であって、P型のワイヤボンディング用金属電極910及びN型のワイヤボンディング用金属電極920の下方には、発光に寄与する前記P-N接合がない。



(2)

特開2001-308380

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極の下方には、発光に寄与するPN接合がないか、又は電流を流さないPN接合がないように構成したことを特徴とする窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項2】 絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極の下方のPN接合は、発光に寄与するPN接合とは電気的に分離されていることを特徴とする窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項3】 前記窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極のうちN型のワイヤボンディング用金属電極は略中央部に形成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項4】 前記窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極のうちP型のワイヤボンディング用金属電極は周縁部に形成されていることを特徴とする請求項1、2又は3記載の窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項5】 前記P型のワイヤボンディング用金属電極は、N型のワイヤボンディング用金属電極を取り囲むような補助電極と接続されていることを特徴とする請求項4記載の窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項6】 絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子において、GaN系化合物半導体層の膜厚が2.5 $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする窒化ガリウム系半導体発光素子。

【請求項7】 絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子において、活性層より上に形成されたGaN系化合物半導体層の膜厚が0.2 $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする窒化ガリウム系半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード、レーザーダイオード等を利用される窒化ガリウム系半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】窒化ガリウム系半導体発光素子（GaN系半導体発光素子）は、かねてから困難であった青色発光を実現して発光ダイオード素子に用いられるものである。この種の窒化ガリウム系半導体発光素子では、絶縁性基板であるサファイア基板の上に形成されることが多く、ボンディングワイヤが接続される金属電極の一部は、PN接合からなる発光部分の上部に形成されている。

【0003】すなわち、図4に示すように、窒化ガリウ

ム系半導体発光素子Eの基本構成は以下の通りである。すなわち、サファイア基板900Eの上には、低温GaNバッファ層910Eが形成されている。この低温GaNバッファ層910Eの上には、N型GaN層915EとInGaNの多量子井戸（MQW）からなる活性層920Eが形成されている。この活性層920Eの上には、P型AlGaNからなるキャップ層930Eが形成されている。このキャップ層930Eの上には、P型GaN層940Eが形成されている。さらに、P型GaN層940Eの上には、Ni/Auからなる半透明補助電極950Eが形成されている。このNi/Auからなる半透明補助電極950Eの上の一部には、Ni/AuからなるP型電極960Eが形成されている。また、N型電極970Eは、露出された活性層920Eの上に形成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した窒化ガリウム系半導体発光素子Eには次のような問題点がある。まず、P型電極960Eの下に電流が流れて発光する部分があるため、検査工程時におけるプローブのP型電極960Eへの接触、ワイヤボンディング時のキャピラリによるP型電極960Eへの過度の力等により、下側の活性層920Eにダメージを与えることがある。この活性層920Eへのダメージは、発光強度の低下やリーク電流の増大という問題を引き起こす。

【0005】また、活性層920Eを保護するために、P型GaN層940Eの厚さは少なくとも0.5 $\mu\text{m}$ 程度を必要とするが、P型GaN層940Eは比較的低抵抗値が大きいので、動作電圧の増大という問題を引き起こす。

【0006】さらに、角部に形成されたN型電極970Eから活性層920Eに電流を均一に流すため、N型GaN層915Eの厚さは3～4 $\mu\text{m}$ 程度を必要とするため、結晶の成長に要する時間が長くなり生産性に劣るという問題がある。また、N型GaN層915Eが厚いため、その成膜時にクラックが発生したり、ウエハ（サファイア基板100）全体の反りが大きくなったりする弊害があり、均一な特性の窒化ガリウム系半導体発光素子Eを得ることを妨げるという問題もある。

【0007】本発明は上記事情に鑑みて創案されたものであって、発光強度の低下やリーク電流の増大という問題を引き起こす活性層へのダメージが少なく、活性層の成膜時のクラックを防止し、ウエハ（サファイア基板）全体の反りな傾力少なくすることで、より均一な特性の窒化ガリウム系半導体発光素子とすることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る窒化ガリウム系半導体発光素子は、絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子であって、ワ

(3)

特開2001-308380

3

ワイヤボンディング用金属電極の下方には、発光に寄与するPN接合がないか、又は電流を流さないPN接合がないように構成した。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的I-I'線端面図、図2は本発明の第2の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的II-II'線端面図、図3は本発明の第3の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的III-III'線端面図である。

【0010】本発明の第1の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子Aは、以下のような製造工程で製造される。

【0011】まず、サファイア基板100にサーマルクリーニングを施す。すなわち、減圧MOCVD装置(減圧気組成装置)内で水素を供給しながら、サファイア

基板100を1050℃に加熱することでクリーニングするのである。

【0012】次に、サファイア基板100の温度を510℃にまで低下させ、窒素、水素をキャリアガスとしてアンモニア、トリメチルアルミニウムを供給してサファイア

基板100の表面に低温AINバッファ層200を形成する。このAINバッファ層200は約200Åである。

【0013】次に、サファイア基板100の温度を1000℃に上昇させて、前記キャリアガスを用いてアンモ

ニア、トリメチルガリウムを流す。この時、同時にN型不純物としてのシリコンを用いてN型GaN半導体層としてのSiドープGaN半導体層300を約1.2μm成長させる。

【0014】次に、サファイア基板100の温度を約730℃に下降させ、トリメチルインジウムを断続的に流しつつ、N型GaNとN型InGaNの多量置子井戸(MQW)からなる活性層400をSiドープGaN層300の上に約400Å成長させる。

【0015】さらに、サファイア基板100の温度を850℃に上昇させ、マグネシウムをドーピングしないAlGaN半導体層であるキャップ層500を前記活性層400の上に成長させる。このキャップ層500は約200Åの厚さである。

【0016】次に、キャリアガスに不純物としてマグネシウムを加え、P型GaN半導体層としてのMgドープGaN半導体層600を約0.2μm成長させる。

【0017】次に、サファイア基板100の温度を800℃にし、減圧MOCVD装置内の圧力を6650Pa(50torr)とする。これと同時に、アンモニア等

4

の水素を含む混合ガスの雰囲気から、速やかに減圧MOCVD装置内の雰囲気を不活性ガスである窒素ガスに切り替える。

【0018】そして、キャリアガスとして窒素ガスを用い、トリメチルジンを流して、膜厚が数十ÅのZn膜700を形成する。そして、このままの状態、すなわち窒素雰囲気下でサファイア基板100の温度を約100℃以下にまで低下させる。

【0019】次に、Zn膜700の上にフォトレジストでパターンを形成する。このフォトレジストは、P型のワイヤボンディング用金属電極920が形成されるべき部分と、N型のワイヤボンディング用金属電極910が形成されるべき略中央部の円形とに塗布する。

【0020】このフォトレジストをマスクとして、電流拡散膜800となるITO膜を形成する。このITO膜は、SnO<sub>2</sub>が10%のものであり、2層構造になっている。すなわち厚さが0.05μm程度の第1のITO膜を真空蒸着で形成し、次にスパッタ装置で厚さが0.5μm程度の第2のITO膜を形成するのである。さらに、前記フォトレジストを剥離した後、全体を300℃で約10分間過熱し、2層構造のITO膜を結晶化させて透明性を向上させる。

【0021】次に、前記電流拡散膜800であるITO膜をマスクとして、ドライエッチングでN型GaN半導体層としてのSiドープGaN半導体層300の一部を露出させる。すなわち、ITO膜が形成されていない部分である前記略中央部の円形の部分とドライエッチングを施してSiドープGaN半導体層300を露出させるのである。また、逆L型の部分ではエッチングを行ってサファイア基板100を露出させる。サファイア基板100が露出している逆L型の部分にポリイミド樹脂1000を充填する。このサファイア基板100の露出とポリイミド樹脂1000の充填とによって、P型のワイヤボンディング用金属電極920が形成される部分と、N型のワイヤボンディング用金属電極910が形成される部分とが電気的に分離された。

【0022】そして、N型のワイヤボンディング用金属電極910及びP型のワイヤボンディング用金属電極920を形成する。この両電極910、920は、Ti/Au薄膜を約500Å/5000Å程度蒸着したものである。また、前記N型のワイヤボンディング用金属電極920からは、P型のワイヤボンディング用金属電極910を取り囲むような補助電極921が延出されている。この補助電極921は、N型のワイヤボンディング用金属電極920と同様にTi/Au薄膜から構成されている。この補助電極921は、図1に示すように、窒化ガリウム系半導体発光素子Aの表面である電流拡散膜800の縁部に、N型のワイヤボンディング用金属電極910を取り囲むように形成されている。このような補助電極921を設けた窒化ガリウム系半導体発光素子A

5

は電流がより均一に流れるため、発光強度が向上する。

【0023】ボンディングワイヤは、N型のワイヤボンディング用金属電極910及びP型のワイヤボンディング用金属電極920に取り付けられるが、ワイヤボンディング時に接触するキャピラリによって過度の力が加えられたとしても、両電極910、920の下方には発光に寄与する活性層400がないため、発光強度低下等の問題は生じない。すなわち、N型のワイヤボンディング用金属電極910は、N型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層としてのS<sub>1</sub>ドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層300に直接形成されており、活性層400がないため、また、P型のワイヤボンディング用金属電極920の下方にある活性層400はポリイミド樹脂1000によって発光に寄与する部分と完全に電気的に分離されているため、発光強度低下等の問題は生じないのである。また、電気的特性の測定時におけるプローブの両電極910、920への接触に対しても同様のことがいえる。

【0024】このように製造された窒化ガリウム系半導体発光素子Aは、膜厚が1.5μmと従来のものと比べて格段に薄いにもかかわらず、動作電圧は0.3V程度低くなっていた。

【0025】次に、本発明の第2の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子Cについて、図2を参照しつつ説明する。この窒化ガリウム系半導体発光素子Cは、サファイア基板100の上に順次、低温AlNバッファ層200、S<sub>1</sub>ドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層300（N型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層）、活性層400、キャップ層500、MgドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層600、Zn層700及び電流拡散層800を積層する構成であり、その製造手順は、上述した窒化ガリウム系半導体発光素子Aと同様である。

【0026】この窒化ガリウム系半導体発光素子Bが窒化ガリウム系半導体発光素子Aと相違する点は、N型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層としてのS<sub>1</sub>ドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層300の膜厚を約1.0μmと0.2μm薄くした点と、MgドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層600の膜厚を300Åとした点である。このため、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系半導体層の膜厚が1.11μmと従来の約1/4の厚さになった。

【0027】また、この窒化ガリウム系半導体発光素子Bでは、N型のワイヤボンディング用金属電極910を、図2に示すように、ボンディングワイヤが接続される中央部の大円部911と、この大円部911から放射状に延設された3つの小円部912と、これらを接続する3本の腕部913とから構成した点に特徴がある。また、前記大円部911と腕部913との下方にはポリイミド樹脂951を膜として形成してある。このポリイミド樹脂951は、N型のワイヤボンディング用金属電極910の絶縁のためである。

【0028】なお、P型のワイヤボンディング用金属電極920と、このP型のワイヤボンディング用金属電極920から延設された補助電極921とは、上述した窒

(4)

特開2001-308380

6

化ガリウム系半導体発光素子Aと同一である。

【0029】このような補助電極921と、前記N型のワイヤボンディング用金属電極910とを設けた窒化ガリウム系半導体発光素子Bは電流がより均一に流れるため、発光強度が向上する。

【0030】次に、本発明の第3の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子Cについて、図3を参照しつつ説明する。この窒化ガリウム系半導体発光素子Cは、サファイア基板100の上に順次、低温AlNバッファ層200、S<sub>1</sub>ドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層300（N型Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層）、活性層400、キャップ層500、MgドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層600、Zn層700及び電流拡散層800を積層して構成であり、その製造手順は、上述した窒化ガリウム系半導体発光素子Aと同様である。

【0031】この窒化ガリウム系半導体発光素子Cでは、N型のワイヤボンディング用金属電極910及びP型のワイヤボンディング用金属電極920からそれぞれ放射状の補助電極912、922を延設した点に特徴がある。すなわち、N型のワイヤボンディング用金属電極910は、ボンディングワイヤが接続される略円形の円形部911と、この円形部911から延出される二股状の補助電極912とを有している。一方、P型のワイヤボンディング用金属電極920は、ボンディングワイヤが接続される略半円形の半円形部921と、この半円形部921から延出される略L字形の補助電極922とを有している。このP型のワイヤボンディング用金属電極920の補助電極922は、N型のワイヤボンディング用金属電極910の二股状の補助電極912に挟まれる位置に形成されている。

【0032】このような補助電極921と、前記N型のワイヤボンディング用金属電極910とを設けた窒化ガリウム系半導体発光素子Cは電流がより均一に流れるため、発光強度が向上する。

【0033】なお、上述した第1～第3の実施の形態では、P形のワイヤボンディング用金属電極920の下には、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系半導体層である低温AlNバッファ層200、S<sub>1</sub>ドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体層300、活性層400、キャップ層500、MgドーブGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>層600、Zn層700、電流拡散層800を残しているが、特に必要ではないので、その一部又は全部をエッチングで除去してもよい。

【0034】

【発明の効果】本発明に係る窒化ガリウム系半導体発光素子は、絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子であって、ワイヤボンディング用金属電極の下方には、発光に寄与するPN接合がないか、又は電流を流さないPN接合がないように構成している。

【0035】このため、この窒化ガリウム系半導体発光素子は、ワイヤボンディング用金属電極の下に電流が流

(5)

特開2001-308380

7

8

れて発光する部分がないため、検査工程時におけるプローブのワイヤボンディング用金属電極への接触、ワイヤボンディング時のキャピラリによるワイヤボンディング用金属電極への過度の力等があっても、下側の活性層にダメージを与えることがない。従って、発光強度の低下やリーク電流の増大という問題を引き起こす活性層へのダメージがない。

【0036】また、絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子であって、ワイヤボンディング用金属電極の下方のPN接合が、発光に寄与するPN接合とは電気的に分離されているものであっても同様である。

【0037】一方、前記窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極のうちN型のワイヤボンディング用金属電極は略中央部に形成されていると、活性層が薄くても均一な電流が流れやすくなるので、発光強度の向上をもたらすことができる。

【0038】また、前記窒化ガリウム系半導体発光素子において、ワイヤボンディング用金属電極のうちP型のワイヤボンディング用金属電極は、N型のワイヤボンディング用金属電極を取り囲むような補助電極と接続されていると、電流がより均一に流れるため、発光強度が向上する。

【0039】また、絶縁基板上に形成されたPN接合を有する窒化ガリウム系半導体発光素子では、GaN系化合物半導体層の膜厚が2.5μm以下であると、結晶の成長に要する時間が短くなり生産性の向上に資する。薄いため、その成膜時のクラックの発生が減少したり、ウエハ（サファイア基板）全体の反りが小さくなる等の効果がある。

【0040】さらに、絶縁基板上に形成されたPN接合

を有する窒化ガリウム系半導体発光素子では、活性層より上に形成されたGaN系化合物半導体層の膜厚が0.2μm以下であっても同様の効果を期待することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的I-I線端面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的II-II線端面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的III-III線端面図である。

【図4】従来の窒化ガリウム系半導体発光素子の図面であって、同図(A)は概略的平面図、同図(B)は同図(A)の概略的IV-VI線端面図である。

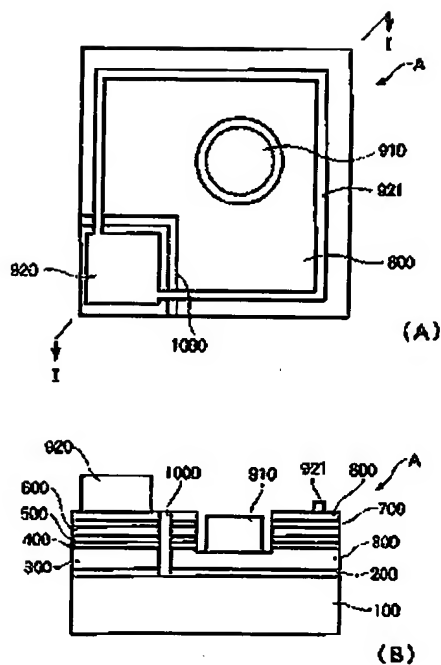
【符号の説明】

- |     |                   |
|-----|-------------------|
| 100 | サファイア基板           |
| 200 | 低温AINバッファ層        |
| 300 | SiドープGaN半導体層      |
| 400 | 活性層               |
| 500 | キャップ層             |
| 600 | MgドープGaN半導体層      |
| 700 | Zn膜               |
| 910 | N型のワイヤボンディング用金属電極 |
| 920 | P型のワイヤボンディング用金属電極 |

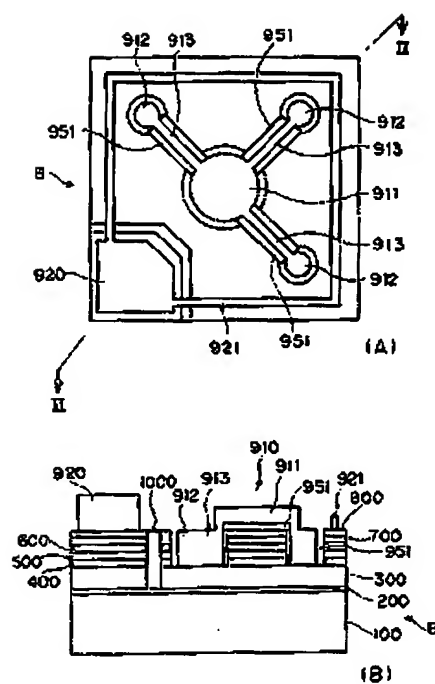
(6)

特開2001-308380

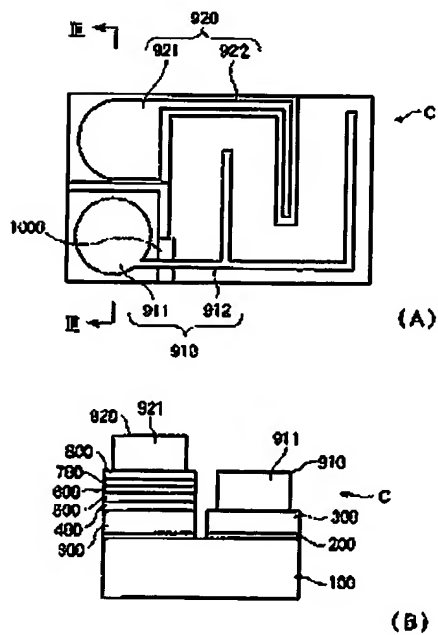
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

